

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-126924

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 09-307947

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1997

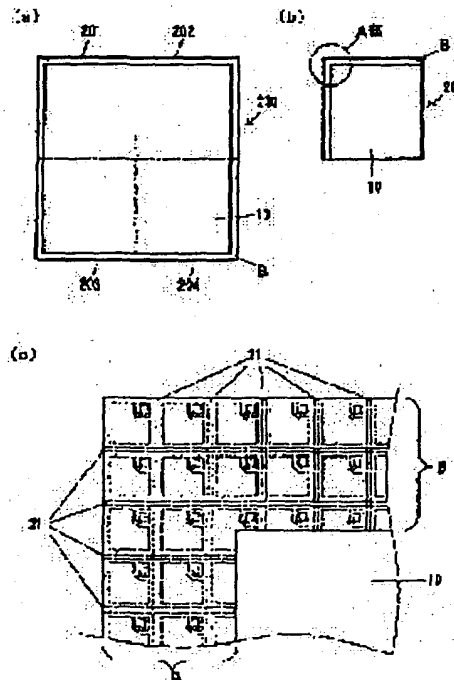
(72)Inventor : KAMIMURA TOSHIYA
SATO TAKAO
HASHIMURA MASAKI

(54) METHOD OF MANUFACTURING GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a metal layer on the reverse side of a substrate.

SOLUTION: A separating groove 21 is formed such that it reaches a depth of approximately 15 μm on a substrate from the semiconductor side of a wafer 200 along a dicing line from an electrode side, the substrate is thinned by lapping, and a metal layer 10 is formed at a part, excluding a region B at the surrounding part of the reverse side of the substrate due to the deposition of Al (Figure (a)). Then, by dividing the wafer 200 into four portions, a wafer 201 where the metal layer 10 is formed, excluding the region B of two surrounding, adjacent sides (Figure (b)) is obtained. The separation groove 21 can be recognized visually from the reverse side of the substrate via the non-formed region B (Figure (c)), an adhesive sheet is applied to an electrode side, scribing is made from the reverse side of the substrate along the separation groove 21, and a load is applied to a wafer 201 for braking, thus manufacturing a light-emitting element where the metal layer 10 is formed on the reverse side of the substrate. Light advancing towards the substrate side from an emission layer is reflected properly by the metal layer 10 formed on the reverse side of the substrate, a light extracting efficiency from the electrode side is improved, and a high emission intensity is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-126924

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

FI

H01L 33/00

H01L 33/00

C

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全6頁)

(21) 出願番号 特願平9-307947

(22) 出願日 平成9年(1997)10月21日

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地

(72) 発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 佐藤 孝夫

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 橋村 昌樹

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

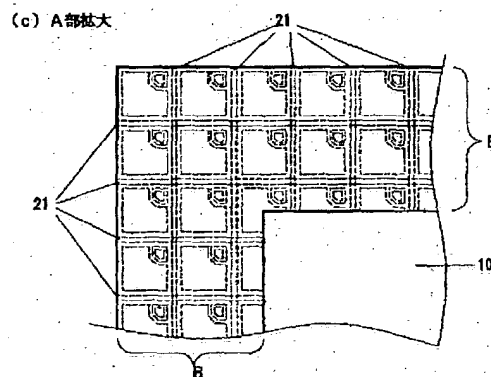
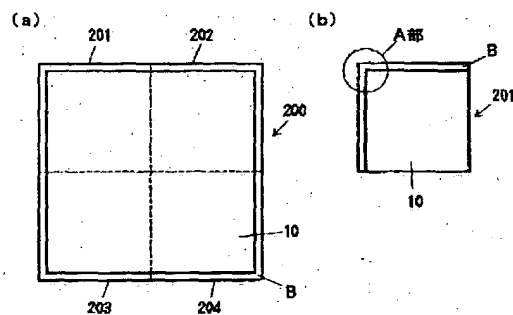
(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板裏面に金属層を形成すること。

【解決手段】 図略の電極側よりダイシングラインに沿ってウエハ200の半導体側より基板に約15 μ mの深さに達するように分離溝21を形成し、ラッピングによる薄板化の後、基板裏面の周辺部の領域Bを除いた部分に、Alの蒸着により金属層10が形成する((a)図)。次に、ウエハ200を4つに分割すると、周辺の隣接する2辺の領域Bを除いて金属層10が形成されたウエハ201が得られる((b)図)。

この非形成領域Bを介して基板裏面側より分離溝21を視覚的に認識でき((c)図)、電極側に粘着シートを貼着した後に、分離溝21に沿って基板裏面側よりスクライビングし、ウエハ201に荷重を作用させてプレーキングすることにより、基板裏面に金属層10が形成された発光素子を製造できる。発光層より基板側に進行した光は、基板裏面に形成された金属層10によって良好に反射され、電極側からの光取り出し効率が向上し、高発光強度が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 正負の各電極が同じ側に設けられた窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法であって、

基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が形成された略矩形状のウエハを、前記電極側から所定の深さに切削し、第1の溝を形成する第1の工程と、

前記第1の工程の後、前記基板の裏面を研磨し、前記基板を薄板化する第2の工程と、

前記第2の工程の後、前記基板の裏面の周辺部の少なくとも隣接する2辺を除いた領域に金属層を形成する第3の工程と、

前記金属層側より、前記周辺部を介して前記第1の溝を視覚的に認識し、前記第1の溝に沿ってスクライビングする第4の工程と、

前記第4の工程の後、前記ウエハをブレーキングし、各素子に分離する第5の工程とを備えたことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項2】 前記周辺部の幅は、約0.5～5mmであることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化ガリウム(GaN)系化合物半導体素子の製造方法に関し、特に、基板裏面に金属層を形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、GaN系化合物半導体発光素子では、絶縁性のサファイア基板上に半導体層を積層し、その同じ側に正負の各電極を設けた構成としている。この発光素子30をリードフレーム31上に配置した模式的断面図を図8に示す。発光素子30は、所定の波長で発光する発光層34を有し、正負の各電極35、36は基板33に対して上側に設けられている。そして、基板33の裏面が樹脂材で構成されたペースト32を用いてリードフレーム31上にダイボンディングされている。

又、図示していないが、各電極35、36は所定の部位とワイヤボンディングにより電氣的に接続され、電極35、36側から光を取り出す構成としている。しかし、図8に示す構成では、発光層34から得られる発光の方向に選択性がないので、基板33の裏面における反射光が、電極35、36側からの光取り出し量に大きく寄与することになるが、基板33裏面に設けられたペースト32により光が吸収されるために光の反射効率が良くなり、発光強度が低いという問題がある。又、ペースト32は、雰囲気温度や素子30の駆動により発生する熱によって経時的に劣化(黄色に変色)するため、反射光が減少し、経時的な光度の劣化が生ずるという問題もある。さらに、素子の特性を測定する場合、通常、粘着シート上に素子を配置して波長や光度を測定するが、実際の搭載状態と異なるので、測定値にズレが生じるという

問題もある。そこで、基板33の裏面に金属層を形成して光の反射効率を高め、高発光強度を得る方法が考えられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、通常では、基板33の硬度が大きいため、ウエハの分離の際には基板33を研磨して薄板化し、その後に基板33の裏面からスクライビングし、ブレーキングすることでウエハを分離しているため、スクライビングの前に基板33の裏面に反射のための金属層を形成すれば、スクライビング時の位置合わせが困難となる。又、スクライビングの後に金属層を形成すれば、ウエハには電極35、36側に粘着シートが貼着された状態であるため、ウエハ裏面の洗浄が困難であると共に、金属層の形成時に加熱できないため、金属層と基板33裏面との密着性を得ることができない。

【0004】従って、本発明の目的は、上記課題に鑑み、GaN系化合物半導体発光素子において、基板裏面に金属層を形成することを可能にし、経時的に良好な光の反射を得て、電極側からの光取り出し量を向上させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の手段によれば、正負の各電極が同じ側に設けられた窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法において、第1の工程により、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が形成された略矩形状のウエハが、電極側から所定の深さに切削され、第1の溝が形成され、この後、第2の工程により、基板の裏面が研磨され、基板が薄板化される。次に、第3の工程により、基板の裏面の周辺部の少なくとも隣接する2辺を除いた領域に金属層が形成され、第4の工程により、金属層側より、周辺部を介して第1の溝を視覚的に認識して、第1の溝に沿ってスクライビングされる。この後、第5の工程により、ウエハがブレーキングされ、各素子に分離される。このように、基板裏面の周辺部の少なくとも隣接する2辺に金属層が形成されていないので、この部分を介して裏面側から第1の溝を視覚的に認識でき、スクライビングを容易に実行できる。又、スクライビングの前に金属層を形成することで、基板裏面の洗浄や、金属層の加熱形成を実施でき、金属層と裏面との密着性が向上し、スクライビング時におけるチップング量を低減できる。又、金属層はサファイア基板より熱伝導率が高いため、スクライビング時に発生する熱を良好に放熱でき、スクライバの切削刃の磨耗量を低減できる。又、基板裏面に金属層が形成されることにより、素子から基板側へ出力される光が金属層によって反射されるため、高発光強度を得ることができる。又、樹脂材による反射ではないので、経時的に安定した発光を得ることができると共に、素子特性の測定時の信頼性を向上できる。

【0006】又、請求項2に記載の手段によれば、ウエハの周辺部の幅約0.5~5mmの部分は歩留りが良くないので、この部分に金属層を形成せずにスクライビング時における位置決めに用いることでウエハをより有効に利用できる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、サファイア基板11上に形成されたGa_{0.5}In_{0.5}N系化合物半導体で形成された発光素子100の模式的な断面構成図である。基板11は、1辺が約2インチの正方形に形成されている。この基板11の上には窒化アルミニウム(AlN)から成る膜厚約25nmのバッファ層12が設けられ、その上にシリコン(Si)ドーパのGa_{0.5}In_{0.5}Nから成る膜厚約4.0μmの高キャリア濃度n⁺層13が形成されている。この高キャリア濃度n⁺層13の上にはSiドーパのn型Ga_{0.5}In_{0.5}Nから成る膜厚約0.5μmのクラッド層14が形成されている。そして、クラッド層14の上に膜厚約35ÅのGa_{0.5}In_{0.5}Nから成るバリア層151と膜厚約35ÅのGa_{0.5}In_{0.5}Nから成る井戸層152とが交互に積層された多重量子井戸構造(MQW)の発光層15が形成されている。バリア層151は6層、井戸層152は5層である。発光層15の上にはp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nから成る膜厚約50nmのクラッド層16が形成されている。さらに、クラッド層16の上にはp型Ga_{0.5}In_{0.5}Nから成る膜厚約100nmのコンタクト層17が形成されている。

【0008】又、コンタクト層17の上には金属蒸着による透光性の電極18Aが、n⁺層13上には電極18Bが形成されている。透光性の電極18Aは、コンタクト層17に接合する膜厚約15Åのコバルト(Co)と、Coに接合する膜厚約60Åの金(Au)とで構成されている。電極18Bは膜厚約200Åのパナジウム(V)と、膜厚約1.8μmのアルミニウム(Al)又はAl合金で構成されている。電極18A上の一部には、CoもしくはNiとAu、Al、又は、それらの合金から成る膜厚約1.5μmの電極パッド20が形成されている。又、基板11の裏面には、膜厚約200nmのアルミニウム(Al)から成る金属層10が形成されている。

【0009】次に、この発光素子100の製造方法について説明する。上記発光素子100は、有機金属気相成長法(以下「MOVPE」と略す)による気相成長により製造された。用いられたガスは、アンモニア(NH₃)、キャリアガス(H₂, N₂)、トリメチルガリウム(Ga(CH₃)₃) (以下「TMG」と記す)、トリメチルアルミニウム(Al(CH₃)₃) (以下「TMA」と記す)、トリメチルインジウム(In(CH₃)₃) (以下「TMI」と記す)、シラン(SiH₄)とシクロペンタジエニルマグネシウム(Mg(C₅H₅)₂) (以下「CP₂Mg」と記す)である。まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とした単結晶の基板11をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧でH₂を反応室に流しながら温度1100℃で基板11を

ベーキングした。次に、基板11の温度を400℃まで低下させて、H₂、NH₃及びTMAを供給してAlNのバッファ層12を約25nmの膜厚に形成した。

【0010】次に、基板11の温度を1150℃に保持し、H₂、NH₃、TMG及びシランを供給し、膜厚約4.0μm、電子濃度2×10¹⁸/cm³のGa_{0.5}In_{0.5}Nから成る高キャリア濃度n⁺層13を形成した。次に、基板11の温度を1150℃に保持し、N₂又はH₂、NH₃、TMG、TMA及びシランを供給して、膜厚約0.5μm、電子濃度1×10¹⁸/cm³のGa_{0.5}In_{0.5}Nから成るクラッド層14を形成した。上記のクラッド層14を形成した後、続いて、N₂又はH₂、NH₃及びTMGを供給して、膜厚約35ÅのGa_{0.5}In_{0.5}Nから成るバリア層151を形成した。次に、N₂又はH₂、NH₃、TMG及びTMIを供給して、膜厚約35ÅのGa_{0.5}In_{0.5}Nから成る井戸層152を形成した。さらに、バリア層151と井戸層152を同一条件で4周期形成し、その上にGa_{0.5}In_{0.5}Nから成るバリア層151を形成した。このようにして5周期のMQW構造の発光層15を形成した。

【0011】次に、基板11の温度を1100℃に保持し、N₂又はH₂、NH₃、TMG、TMA及びCP₂Mgを供給して、膜厚約50nm、マグネシウム(Mg)をドーパしたp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nから成るクラッド層16を形成した。次に、基板11の温度を1100℃に保持し、N₂又はH₂、NH₃、TMG及びCP₂Mgを供給して、膜厚約100nm、Mgをドーパしたp型Ga_{0.5}In_{0.5}Nから成るコンタクト層17を形成した。次に、コンタクト層17の上にエッチングマスクを形成し、所定領域のマスクを除去して、マスクで覆われていない部分のコンタクト層17、クラッド層16、発光層15、クラッド層14、n⁺層13の一部を塩素を含むガスによる反応性イオンエッチングによりエッチングして、n⁺層13の表面を露出させた。次に、以下の手順で、n⁺層13に対する電極18Bと、コンタクト層17に対する透光性の電極18Aとを形成した。

【0012】(1) フォトリソグレイスを塗布し、フォトリソグラフィによりn⁺層13の露出面上の所定領域に窓を形成して、10⁻⁶Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、膜厚約200Åのパナジウム(V)と膜厚約1.8μmのAlを蒸着した。次に、フォトリソグレイスを除去する。これによりn⁺層13の露出面上に電極18Bが形成される。

(2) 次に、表面上にフォトリソグレイスを一様に塗布して、フォトリソグラフィにより、コンタクト層17の上の電極形成部分のフォトリソグレイスを除去して、窓部を形成する。

(3) 蒸着装置にて、フォトリソグレイス及び露出させたコンタクト層17上に、10⁻⁶Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、膜厚約15ÅのCoを成膜し、このCo上に膜厚約60ÅのAuを成膜する。

【0013】(4) 次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトリソグレイス上に堆積したCo、Auを除去し、コンタクト層17上に透光性の電極18Aを

形成する。

(5) 次に、透光性の電極18A上の一部にボンディング用の電極パッド20を形成するために、フォトレジストを一様に塗布して、その電極パッド20の形成部分のフォトレジストに窓を開ける。次に、CoもしくはNiとAu、Al、又は、それらの合金を膜厚1.5 μm 程度に、蒸着により成膜させ、(4)の工程と同様に、リフトオフ法により、フォトレジスト上に堆積したCoもしくはNiとAu、Al、又はそれらの合金から成る膜を除去して、電極パッド20を形成する。

(6) その後、試料雰囲気真空ポンプで排気し、 O_2 ガスを供給して圧力3Paとし、その状態で雰囲気温度を約50°Cにして、3分程度、加熱し、コンタクト層17、クラッド層16をp型低抵抗化すると共にコンタクト層17と電極18Aとの合金化処理、 n^+ 層13と電極18Bとの合金化処理を行った。このようにして、金属層10のないウエハが形成される。

【0014】次に、図2～図7を用いて、金属層10の形成とウエハの分離について以下に説明する。まず、図3に模式的断面図を示すように、ウエハ200のダイシングライン(図略)に沿って、ブレード40を用いて電極18A、18B側より基板に15 μm 程度の深さまで達するようにダイシングし、分離溝(第1の溝)21を形成する(第1の工程)。次に、研磨盤を用いて基板11の裏面11bを研磨し、基板11を薄板化する(第2の工程)。これにより、図4に示す断面構成が得られる。

【0015】次に、図2(a)に示されるように、ウエハ200において、基板11の裏面11bの周辺部の幅約0.5～5mmの領域Bにマスクをして、アルミニウム(Al)を蒸着し、厚さ約200nmの金属層10を形成する(第3の工程)。これにより、図5に示される断面構成が得られる。次に、ウエハ200を4つのウエハ201～204に分割し、ウエハ201を金属層10側から示せば図2(b)のように、周辺部の隣接する2辺の領域Bに、金属層10が形成されていない構成となる。以下、一例としてウエハ201を用いて説明するが、他の3つのウエハ202～204についても同様の処理が行われる。尚、ウエハ200のソリが大きい場合には予め4分割等をした後に第1の工程から同様に行うことができる。

【0016】図2(b)中のA部を拡大すれば、図2(c)のようになる。図2(c)に示されるように、金属層10側より非形成領域Bを介して1～10個の素子と分離溝21とを視覚的に認識できる。領域Bは、周辺部の2辺に形成されているので、直交する2方向の分離溝2を視認できる。次に、電極パッド20上に粘着シート24を貼着し、図6に示す構成を得る。次に、金属層10側から、分離溝21に沿ってスクライバを用いてスクライピングし、スクライプライン25を形成する(第

4の工程)。この状態の断面構成を示せば、図7のようになる。次に、ローラを用いてウエハ201に荷重を作用させてブレーキングし(第5の工程)、前述の図1の構成が得られる。

【0017】上記に示すように、基板11の裏面11bの周辺部の隣接する2辺の領域Bを除いた部分に、金属層10を形成することにより、領域Bを対して分離溝21を認識できるので、金属層10側からのスクライピングが可能となり、裏面11bに金属層10が形成された素子100を得ることができる。又、金属層10の形成を、粘着シート24の貼着前に行うので、金属層10を蒸着により加熱形成でき、裏面11bと金属層10との密着性を向上できる。これにより、スクライピング時におけるチップング量が低減する。又、金属層10はサファイア基板11より熱伝導率が高いので、スクライピング時に発生する熱を金属層10を介して良好に放熱でき、スクライバの切削刃の磨耗量を低減できる。又、発光素子100において、基板11側に進行した光は、裏面11bに形成された金属層10によって良好に反射されるので、電極18A、18B側からの光取り出し効率が向上し、発光強度を高めることができる。又、金属層10は経時的な劣化がないので、経時的に安定した発光を得ることができると共に、素子特性の測定時の信頼性を向上できる。

【0018】上記実施例では、厚さ約200nmのAlから成る金属層10を蒸着により設けたが、金属層10を構成する金属はいずれの種類でもよく、光を反射できる程度の膜厚を有していればよい。又、蒸着以外の方法を用いて金属層10を形成してもよい。又、上記実施例では、分離溝21を15 μm の深さに形成したが、5～50 μm の範囲であればよい。発光素子100の発光層15はMQW構造としたが、SQWや $\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 等から成る単層、その他、任意の混晶比の4元、3元系のAlGaInNとしても良い。又、p型不純物としてMgを用いたがベリリウム(Be)、亜鉛(Zn)等の2族元素を用いることができる。又、本発明はLED等の発光素子に利用可能であると共に受光素子にも利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の構造を示した模式的断面図。

【図2】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子のウエハの構成を示した模式的平面図。

【図3】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第1の工程を示した模式図。

【図4】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第2の工程を示した模式図。

【図5】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第3の工程を示した

10

20

30

40

50

模式図。

【図6】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法において、電極パッド上に粘着シートを貼着した状態を示した模式図。

【図7】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第4の工程を示した模式図。

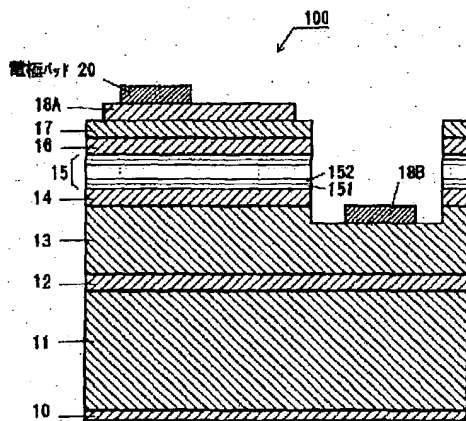
【図8】従来のGaN系化合物半導体発光素子をリードフレーム上に固設した状態を示した模式的断面図。

【符号の説明】

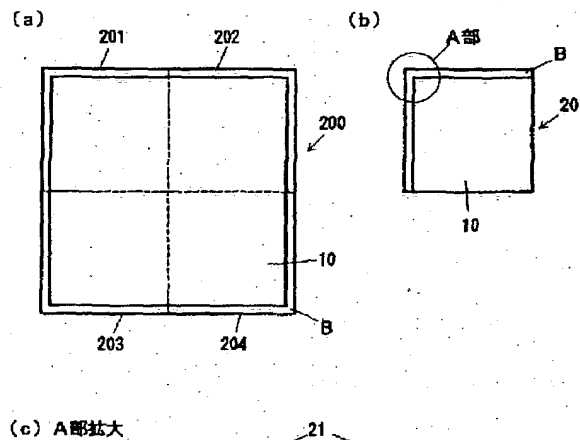
10 金属層
11 サファイア基板

12 バッファ層
13 高キャリア濃度 n^+ 層
14、16 クラッド層
15 発光層
17 コンタクト層
18A p電極
18B n電極
20 電極パッド
21 分離溝
24 粘着シート
25 スクライブライン
100 発光素子

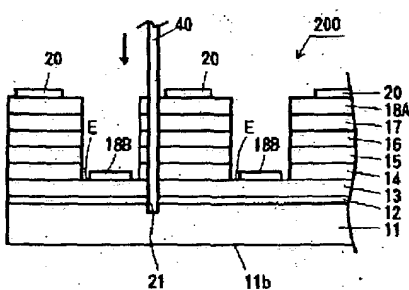
【図1】



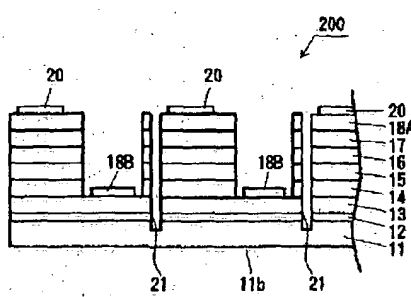
【図2】



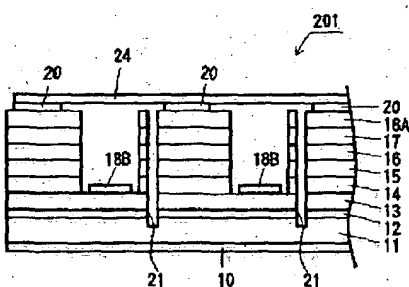
【図3】



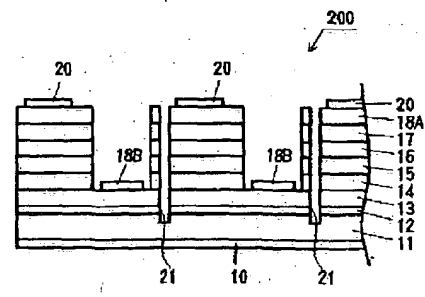
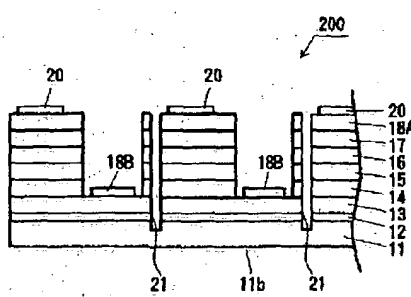
【図4】



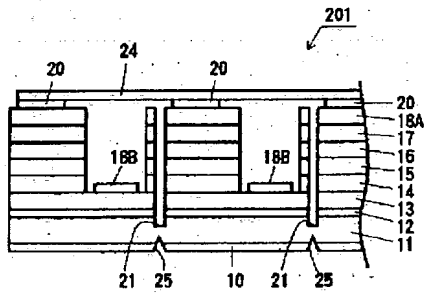
【図5】



【図6】



【図 7】



【図 8】

